

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-255694

(43)Date of publication of application : 01.10.1996

(51)Int.Cl.

H05G 1/20
H02M 3/28
H02M 3/335
H02M 7/48
H03K 7/08

(21)Application number : 07-316896

(71)Applicant : PHILIPS ELECTRON NV

(22)Date of filing : 05.12.1995

(72)Inventor : VAN DER BROECK HEINZ
LOEF CHRISTOPH
NEGLE HANS
WAGNER BERNHARD
WIMMER MARTIN

(30)Priority

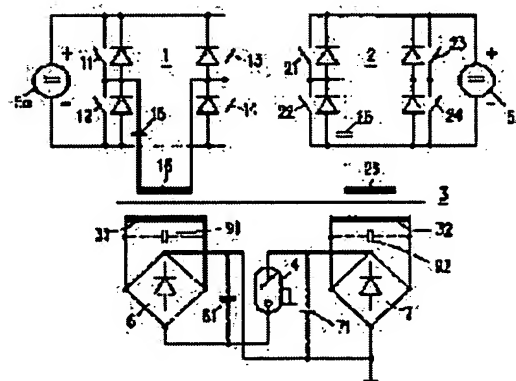
Priority number : 94 4443551 Priority date : 07.12.1994 Priority country : DE

(54) X-RAY GENERATOR CONSISTING OF FEEDING POWER SUPPLY FOR X-RAY TUBE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an X-ray generator with reduced interference noise and output voltage ripple.

SOLUTION: This X-ray generator consists of two sets of the primary and the secondary windings provided in a core of the same transformer. The coupling between the primary windings 16, 26 in the different sets is smaller than that between the primary winding 16 and the secondary winding 31 in the same set. The primary windings of the two sets consist of a power supply which feeds power to an X-ray tube with a high-voltage transformer 3 connected with two inverters 1, 2 which operate at the same frequency. Control of electric power of the secondary side is improved by providing a means to operate the inverters 1, 2 with a duty cycle which is able to be controlled individually at the fixed frequency.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3683318

[Date of registration] 03.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(2)

特開平 8-255694

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一の変圧器のコアに設けられた 1 次及び 2 次巻線の二つの組からなり、異なる組からの 1 次巻線 (1 6, 2 6) の間のカップリングは同一の組にある 1 次巻線と 2 次巻線 (例えば、1 次巻線 1 6 と 2 次巻線 3 1) の間のカップリングよりも弱く、上記二つの組の
1 次巻線は同一周波数で動作する二つのインバータ (1, 2) に接続されている高圧変圧器 (3) で X 線管に給電する電源部よりなる X 線装置であって、
上記インバータ (1, 2) を固定周波数で個別に制御可能なデューティサイクルで作動させる手段 (5 3, 1 0 3, 2 0 3) が設けられていることを特徴とする X 線装置。

【請求項 2】 上記インバータ作動手段は、二つの電圧パルス (U_1 , U_2) の中の短い方の電圧パルス (U_2) が長い方の電圧パルス (U_1) の周期内で常に発生するよう上記二つのインバータによって発生された電圧パルス (U_1 , U_2) が時間的に重なるよう構成され、上記二つの電圧パルスは上記変圧器のコアに磁束の同一方向の時間的変化を生じさせることを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【請求項 3】 上記インバータ作動手段は、上記二つのインバータによって供給される上記電圧パルスの中心が時間的に一致するよう構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の X 線装置。

【請求項 4】 上記インバータ作動手段は、各インバータ用のパルス幅変調器 (1 0 3, 2 0 3) よりなることを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【請求項 5】 上記二つの組の上記 1 次巻線 (1 6, 2 6) は上記 2 次巻線 (3 1, 3 2) と共に互いに隣接して配置され、上記 2 次巻線 (3 1, 3 2) は夫々の同一の組にある上記 1 次巻線を囲むことを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【請求項 6】 直流電圧に対し直列に接続された整流器 (6, 7) は上記 2 次巻線 (3 1, 3 2) に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【請求項 7】 上記インバータ (1, 2) は直列共振インバータとして構成され、上記インバータが動作する周波数は上記直列共振周波数と少なくとも実質的に一致することを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【請求項 8】 上記各インバータは、関係する上記 1 次巻線 (1 6, 2 6) のリアクタンス (L_{16} , L_{26}) と組合されて直列共振を形成するキャパシタ (1 5, 2 5) よりなることを特徴とする請求項 7 記載の X 線装置。

【請求項 9】 ユーザ側はアノード電流がカソード電流から逸れる X 線管によって形成されることを特徴とする請求項 1 記載の X 線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、同一の変圧器のコ

2

アに設けられた 1 次及び 2 次巻線の二つの組からなり、異なる組からの 1 次巻線の間のカップリングは同一の組にある 1 次巻線と 2 次巻線の間よりも弱く、上記二つの組の上記 1 次巻線は同一周波数で動作する二つのインバータに接続されている高圧変圧器で X 線管に給電する電源部よりなる X 線装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 上記種類の X 線装置はドイツ国特許出願第 32 18 535 号明細書により周知である。周知の X 線装置は、金属製エンベロープにより構成されているカソード電流がアノード電流を上回る X 線管に対称的に電力を供給するために適当である。これに伴って、二つのインバータの間に非対称的な電力配分がなされ、上記電流が同一の組の巻線のカップリングと比較して別の組からの変圧器の巻線の弱いカップリングによって阻止されない場合に変圧器の等化電流は妨害される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 サイリスタを用いて直列共振インバータとして構成されたインバータからなる周知の X 線装置は、上記二つのインバータのスイッチング素子の遅延されたスイッチオンによって非対称的な電力配分を実現する。電力は二つのインバータが動作する周波数の変化によって変わる。しかし、X 線発生器において供給された電力は 1 0 の数乗で変化させられる必要があるので、対応する大きな周波数変化が現れる。しかし、X 線装置は、必ず可聴周波数レンジで動作し、可聴性かつ妨害性の動作ノイズと、更に、出力電圧上の不所望の高いリップルを生じさせる。種々の電圧が調整されるとき、インバータは別々のスイッチング回路によってロードされ、上記動作モードにおける性能が制限されるという更なる欠点がある。

【0004】 本発明の目的は上記の形の装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記本発明の目的は、固定周波数を用いて個別に制御可能なデューティサイクルでインバータを作動させる手段が設けられている本発明によって達成される。デューティサイクルは、インバータが切り換えられる固定周波数の周期間隔に対するインバータにより 1 次巻線に印加された電圧パルスのパルス幅の比を意味するものと理解される。固定周波数の動作によって、この周波数は可聴性周波数レンジよりも高くなるよう選択することができるので、妨害性の動作ノイズは発生しないという利点が得られる。デューティサイクルの変化による電力調整によって、ユーザ側 (user) の一定電流の動作点において、(2 次巻線の両端の) 出力電圧とデューティサイクルの間に実質的に線形な関係が生じるという利点が得られる。この利点はより高次の制御システムの魅力的な面である。

【0006】 上記の如く、等化電流は、請求項に記載さ

(3)

特開平8-255694

3

れた同一の組にある巻線と異なる組にある巻線の間のカップリング比の構成、即ち、異なる組にある巻線のカップリングは同一の組にある巻線のカップリングよりも小さいという構成によって低減される。しかし、電圧パルスの挙動が好ましくない場合、実質的な等化電流が依然として生じる可能性がある。本発明の他の実施例によれば、上記インバータ作動手段は、二つの電圧パルスの中の短い方の電圧パルスが長い方の電圧パルスの周期内で常に発生するように上記二つのインバータによって発生された電圧パルスが時間的に重なるよう構成され、上記二つの電圧パルスは上記変圧器のコアの磁束の同一方向に時間的变化を生じさせる点で上記等化電流が低減される。二つの組の1次巻線が同一の巻線方向を有する場合、同一方向の磁束の時間的变化は、同一極性の電圧パルスにより得られ；巻線が反対向きの巻線方向を有する場合、同一方向の磁束の時間的变化は、印加された電圧パルスが反対の極性をなすとき得られる。

【0007】本発明の上記実施例において、二つのインバータのデューティサイクルは、依然として高度に別個に制御可能であるが、電圧パルスは幾分同期させられる。例えば、二つのパルスの前縁又は後縁を同時に生じさせることが基本的に可能である。しかし、上記例において、等化電流は依然として生じ、短い方の夫々のパルスを発生させるインバータにはもう一方のインバータよりも大きいスイッチング電流がロードさせられ、高い無効電力がインバータ間で交換される。従って、本発明の好ましい一実施例において、インバータ作動手段は、上記二つのインバータによって供給される上記電圧パルスの中心が時間的に一致するよう構成されている。かくして、二つのインバータによって発生させられた電圧パルスは互いに関し時間的に対称性がある。等しくない長さの電圧パルスは二つのインバータ間の無効電力の僅かな交換だけを生じさせ、従って、二つのインバータのスイッチング電流は略同一の最大値を有する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1には直列共振インバータとして構成された二つの交流電圧源1、2によって変圧器3を介して給電されたX線管4が示されている。各インバータは夫々の直流電圧源5a、5bに接続されている。各インバータは、完全なブリッジを形成するよう周知の形で接続され、例えば、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）形又は他のディアクティブイタブル（deactivatable）電力半導体である4個のスイッチ11...14及び21...24とにより周知の形で構成される。スイッチ11、12からなるブリッジの分岐の接合は、変圧器3の第1の巻線の組にあるキャパシタ15と1次巻線16の直列接続を介して、ブリッジのもう一方の分岐のスイッチ13、14の接合に接続されている。同様に、スイッチ21と22の接合は、変圧器3

4

の第2の巻線の組にあるキャパシタ25と1次巻線26の直列接続を介して、スイッチ23、24の接合に接続されている。変圧器3の2次側は、第1及び第2の巻線の組に夫々ある二つの同一構造の2次巻線31及び32により形成されている。

【0009】回路15、16及び25、26の直列共振周波数は、夫々、キャパシタ15及び25のキャパシタンスと、変圧器の同一構造の1次巻線16、26と2次巻線31、32の漂遊インダクタンスとによって定められ；付加的なインダクタンスは原理的に必要とされない。2次巻線の巻線キャパシタンス91、92は直列共振回路の一部として使用され得る。インバータ1及び2のスイッチ11...14及び21...24は、夫々、直列共振周波数に対応する同一の一定周波数で動作する。

【0010】夫々の整流器6、7は、2次巻線31、32に接続され、上記整流器の出力電圧は、夫々キャパシタ61、71によって平滑化される。絶縁の目的で、二つの2次巻線は屢々更に分割され、各2次巻線は専用の整流器を有する。整流器6及び7は直列接続され、平滑化された出力はX線管4のカソード及びアノードに印加される。直列接続のため、2次巻線31及び32と、整流器6及び7と、キャパシタ61及び71は、X線管の両端の高圧の最大値の半分のためにだけに設計される必要がある。

【0011】X線管4は図に概略的に示されているように接地された金属製エンベロープにより構成してもよい。上記の場合、カソード電流の一部はアノードに流れ、別の部分は金属製エンベロープを介して接地に流れるので、カソード電流はアノード電流よりも大きい。整流器が時間的に同一の変化を示す電圧パルスを発生する高圧発生器において、上記電流の不一致のため、カソード電圧はアノード電圧よりも低くなる。特にアノードとカソードの間に低い電圧がある場合、X線管の空電効果によるカソード電流の制限が生じるので、低いアノード電圧に対し熱的負荷許容性が完全に利用される訳ではない。少なくとも高い管電圧に対し、アノードと接地の間の電圧はカソードと接地の間の電圧と全く同一の絶対値を有する動作を実現することが望ましい。低い管電圧の場合、カソード電圧をアノード電圧よりも高くさせることさえ効果的であるので、空電効果が回避されX線管の熱的負荷許容性がより良く利用され得る。

【0012】上記の制御可能性のため、インバータ1の電圧パルスはインバータ2の幅よりも異なる（長い）幅を有することが必要である。しかし、このような場合、巻線間で等化電流の妨害が生じる。等化電流の影響は、変圧器がインダクタンス L_{12} 、 L_{13} 、 L_{23} 及び L_{14} によって置き換えられた図2の単純化された等化回路に基づいて説明することができる。インダクタンス L_{13} 及び L_{23} は、夫々2次側に対する1次巻線16及び26の漏れ

(4)

特開平8-255694

5

インダクタンスを表わし、インダクタンス L_{12} は二つの1次巻線間の漏れインダクタンスを表わし、これにより、インバータ1、2の出力は互いに結合される。 L_{12} は上記インダクタンスよりも高い主インダクタンスである。

【0013】1次巻線16、26が、この種の変圧器で通常望まれるように相互に強結合されている場合、インダクタンス L_{12} は、インダクタンス L_{11} 、 L_{22} よりも小さくなる。インバータ1、2によって供給された電圧が、一方のスイッチ11...14と、他方のスイッチ21...24のスイッチング時間の間隔が等しくないため時間的に互いに逸れる場合、インバータ1の完全な出力電圧は最初インダクタンス L_{12} の両端に生じ、変化のレートが上記電圧とインダクタンス L_{12} の比率に一致する差動電流を発生させる。次いで、二つの電流が再び等しくなる場合、 L_{12} を流れる電流は、キャパシタ15、16とインダクタンス L_{12} によって形成された回路内で変動し； L_{12} は L_{11} 又は L_{22} よりも小さいので、共振周波数はインバータの直列共振周波数よりも実質的に高くなる。従って、高周波及び大振幅の等化電流が流れる。

【0014】等化電流の振幅及び周波数は、以下の二つの段階：

a) 別々の巻線の組にある変圧器の巻線間のカップリングを減少させる段階

b) 二つのインバータのスイッチングパルス同期させる段階

を採用することにより妨害性のないレベルまで低下される。上記二つの段階について以下に詳細に説明する。

【0015】二つの1次巻線16、26の相互のカップリングは、上記1次巻線の各々と2次巻線の全体（即ち、巻線31と32の直列接続）との間、又は、関連する巻線16又は26と同一の巻線の組にある2次巻線31又は32の間のカップリングよりも弱められる。これは、図3に概略的に示されている変圧器を構成することにより実現される。同図において、1次巻線16及び26は、例えば、巻磁心のような変圧器のコア30上に隣合わせで相互にある間隔が離されて配置されている。1次巻線16及び26は、夫々2次巻線31及び32によって取り囲まれている。

【0016】上記構成によれば、1次巻線16と26の間、及び、2次巻線31と32の間の磁性又は誘導カップリングは、1次巻線の方（例えば、巻線16）と、周囲の2次巻線（31）の間のカップリングよりも実質的に弱い。周知の如く、二つの巻線 L_1 と L_2 の間の磁性又は誘導カップリングは、カップリング係数：

【0017】

【数1】

$$k = M / \sqrt{(L_1 \cdot L_2)}$$

6

【0018】によって定められ、式中、 M は二つの巻線 L_1 と L_2 の間の相互インダクタンスを表わしている。二つの巻線の間の漏れインダクタンスは係数 $(1 - k^2)$ に比例する。1次巻線間のカップリングは、1次巻線と2次巻線31、32の間のカップリングよりも弱いので、 L_1 又は L_2 よりも大きい L_{12} が得られる。例えば、1次巻線間のカップリング係数が0.973に達し、1次巻線と2次巻線の間のカップリング係数が0.993に達する場合、 L_{12} は、 L_{11} 及び L_{22} よりも略4倍大きくなる。この場合、低減された、一般的に言う周波数が増加させられなかった等化電流だけが流れる。

【0019】1次巻線相互及び2次巻線相互のカップリングは、同一のリム側の代わりに反対のリム側に囲込む2次巻線を備えた1次巻線を配置することにより更に低減される。しかし、これにより、変圧器のコアの寸法は別々になる。上記変圧器の構成において、実質的な等化電流は、二つのインバータ1、2のスイッチのためのスイッチングパルスの時間的位置が不都合な場合に依然として生じる可能性がある。上記等化電流は、二つのインバータによって発生された電圧パルスが二つの電圧パルスの中の短い方が長い方の電圧パルスの間隔中に常に発生するよう時間的に互いに重なり、二つの電圧パルスが変圧器のコアと同一方向に磁束の時間的変化を生じさせることによって実質的に低減される。

【0020】二つの電圧パルスの前縁又は後縁は原則的に一致する。しかし、上記例の場合、等化電流は依然として生じる可能性があるため、短い方のパルスを発生させるインバータには、もう一方のインバータよりも大きいスイッチング電流がロードされ、大きい無効電力がインバータの間で交換される。これは出力電圧の時間的に対称な変化によって回避することができる。

【0021】図4には上記観点から適切な回路が示されている。アノードと接地の間の電圧は、抵抗201と202からなる高圧測定分圧器によって測定され、カソードと接地の間の電圧は、抵抗101と102からなる高圧測定分圧器によって測定される。高圧測定分圧器のタップ上の測定電圧は、二つの測定電圧（及び、必要があればその合計）をX線管の両端の電圧の所定の基準値だけではなく制御戦略にも依存する基準値と比較する制御装置50に供給される。

【0022】アノードとカソードの電圧を常に一致させることだけが望まれる場合、二つの相互に依存する簡単な制御装置がアノード端及びカソード端の電圧を夫々の予め設定可能な基準値に調整するため使用される。しかし、アノードとカソードの間の電圧の配分が上記電圧の値に依存している必要がある場合、制御回路50は二つの測定信号を共に処理する必要がある。制御装置50の第1の出力は、パルス幅変調器103を制御するための第1の制御信号を供給し、第2の出力はパルス幅変調器203を制御するための第2の制御信号を供給する。パ

(5)

特開平8-255694

7

8

ルス幅変調器103及び203は、固定周波数と、関連するパルス幅変調器の入力の制御信号に依存するデューティサイクル又はパルス幅からなるパルスを提供する。互いに時間的に対称性がある上記パルスは、インバータ1及び2によって供給された電圧パルスが夫々関連するパルス幅変調器103及び203によって予め定められたパルス幅を有するよう、夫々PLD（プログラマブル論理装置）104及び204を用いて関連するインバータ1及び2夫々の4個のスイッチ11...14及び21...24のためのスイッチングパルスのパターンに変換される。

【0023】パルス幅変調器103及び203は、制御信号だけではなく、関数発生器53によって発生された対称的デルタ電圧 U_1 を受ける。時間的変化が図5（最初のライン）に示されたデルタ電圧 U_1 の周波数は、インバータ1、2夫々の回路15、16及び25、26の直列共振周波数の2倍に達する。その上、関数発生器53は、図4に破線で示されているように、上記コンポーネント104及び204のためのクロック信号を供給する。

【0024】パルス幅変調器103及び203において、デルタ電圧 U_1 は、（図5に破線で示された）制御信号 S_1 及び S_2 と夫々比較され、パルス幅変調器の出力にはパルス PWM_1 及び PWM_2 が夫々発生される。パルス PWM_1 及び PWM_2 の前縁はデルタ電圧 U_1 が制御信号 S_1 及び S_2 を上回ると一致し、後縁はデルタ電圧 U_1 が制御信号 S_1 及び S_2 よりも低下すると夫々一致する。

【0025】パルス幅変調されたパルス PWM_1 と PWM_2 を夫々インバータ1及び2のスイッチ11...14及び21...24のスイッチングパルスに変換した後、図5に示す如くパルス状の時間的変化を示す反転電圧 U_1 と U_2 が得られる（ここで、 U_1 と U_2 は直列接続15、16及び25、26夫々の上の各電圧を示している）。

【0026】 U_1 及び U_2 は、2番目毎のパルスの極性が反転されている点で、夫々 PWM_1 及び PWM_2 から逸れているので、出力電圧 U_1 及び U_2 に含まれている基本発振はデルタ発振 U_1 の周波数の半分に達する周波数を有する。デルタ発振の周波数はインバータ1、2の直列共振周波数の2倍に達するので、上記基本発振の周波数は直列共振周波数と一致する。図5には、電圧パルス U_1 と U_2 が時間的に対称性があること、即ち、上記パルスの時間的な中心は一致することが示されている。電圧パルス U_1 と U_2 は、1次巻線16及び26が同一の巻線方向を有する場合、常に同一の極性を有する。1次巻線16及び26が反対の巻線方向を有する場合、上記パルスは逆の極性をなす必要がある。

【0027】上記条件が満たされた場合、等化電流は最小限に抑えられ、僅かな無効電力だけが巻線の間で交換

される。更に、図5から分かるように、1次巻線16及び26を流れる電流 I_1 及び I_2 は、夫々、実質的に同一の最大値を有するので、即ち、スイッチ11...14の電流負荷は、たとえ、 U_1 のデューティサイクルが U_2 のデューティサイクルの略2倍であるとしてもスイッチ21...24の電流負荷と略一致するので、 U_1 から得られるカソード電圧は U_2 から得られるアノード電圧の略2倍に達する。

【0028】一定の管電流の動作点において、カソード電圧とアノード電圧は、パルス幅変調された信号 PWM_1 及び PWM_2 のデューティサイクル又はパルス幅に実質的に線形に依存する。しかし、カソード電圧と、パルス幅変調された信号 PWM_2 のデューティサイクルの間には小さい依存しかなく；アノード電圧の信号 PWM_1 に対する依存も同様に小さい。高い電圧のデューティサイクルに対する線形的な依存は制御の挙動として魅力的である。

【0029】図4及び5にはパルス幅変調器103及び203はアナログ回路として示されている。しかし、パルス幅変調器と、場合によってはコンポーネント104及び204によるスイッチングパルスの発生をプログラマブル制御装置のコンポーネントを使用して実現することが可能である。本発明はX線装置又はX線発生器に基づいて説明されている。しかし、所定の方法でユーザ側に対する電圧を制御する必要があるユーザ電源用の他の配置のため使用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】X線装置の部分回路図である。

【図2】X線装置の一部分の等化回路を示す図である。

【図3】変圧器コア上の1次及び2次巻線の配置を示す図である。

【図4】上記配置の他の一部分を示す図である。

【図5】上記配置の種々の信号の時間的変化を示す図である。

【符号の説明】

1, 2 インバータ
3 変圧器
4 X線管
5 a, 5 b 直流電圧源
6, 7 整流器
11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 24
スイッチ
15, 25, 61, 71 キャパシタ
16, 26 1次巻線
30 コア
31, 32 2次巻線
53 関数発生器
91, 92 巻線キャパシタンス
101, 102, 201, 202 抵抗
103, 203 PWM（パルス幅変調器）

(6)

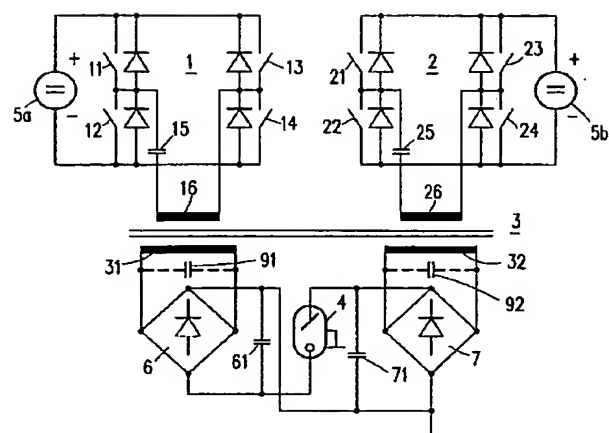
特開平 8-255694

9

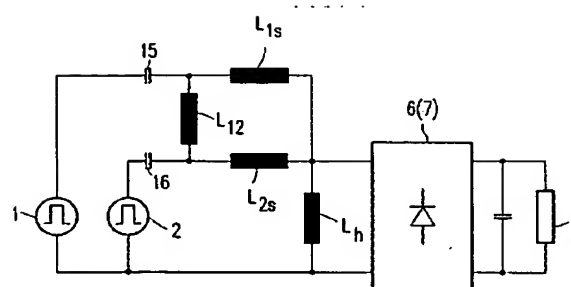
10

104, 204 PLD (プログラマブル論理装置)

【図 1】

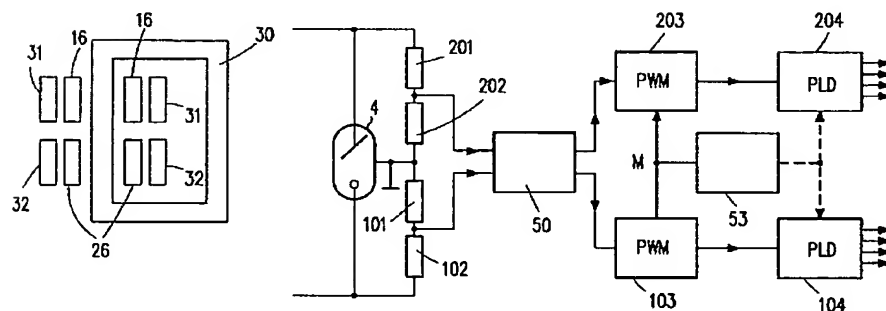


【図 2】

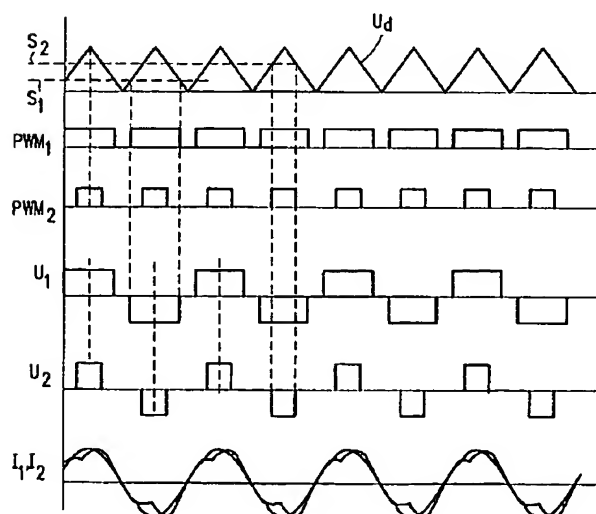


【図 3】

【図 4】



【図 5】



(7)

特開平 8 - 2 5 5 6 9 4

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 K	7/08		H 0 3 K 7/08	Z
(72) 発明者	クリストフ ローエフ		(72) 発明者	ベルンハルト ヴァーグナー
	ドイツ連邦共和国, 52064 アーヘン, エ			ドイツ連邦共和国, 22299 ハンブルク,
	イナッテナー・シュトラッセ 24			レームシュトラッセ 17
(72) 発明者	ハンス ネグレ		(72) 発明者	マルティーン ヴィンマー
	ドイツ連邦共和国, 23866 ナーエ, リュ			ドイツ連邦共和国, 23843 パートーオル
	ットモーア 40			デスロエ, カロリーネーヘーアシェルーシ
				ュトラッセ 5 ツェー